

MOSA 표준군에서의 AI 통합 가능성 비교: 인터페이스·데이터·모듈성

류원재, 이재민, 김동성

국립금오공과대학교

{wj0828, ljmpaul, dskim}@kumoh.ac.kr

Integrating AI in MOSA Standards: Interfaces, Data, and Modularity

Ryu Won Jae, Lee Jae-Min, Kim Dong-Seong

Kumoh National Institute of Technology

요약

본 논문은 국방 분야의 Modular Open Systems Approach(MOSA) 핵심 표준군(FACE, SOSA, OMS/UCI, VICTORY)을 대상으로, 인터페이스·데이터·모듈성 관점에서 AI 통합 가능성을 비교·분석한다. 표준 문서와 공개 사례를 바탕으로 AI 수명주기(모델 개발 - 배포 - 운용 - 검증)에 대한 표준별 매핑을 수행하고, 표준화된 인터페이스·메시지(OMS/UCI, VICTORY), 데이터 모델 및 미들웨어(FACE 데이터 모델, DDS), 모듈/서비스화 및 이식성(FACE UoC, OMS 서비스), 하드웨어 가속/폼팩터 수용성(SOSA OpenVPX), 안전성·신뢰성 거버넌스(NIST AI RMF, SAE AS6518)를 평가 축으로 설정하였다. 분석 결과, FACE와 OMS/UCI는 AI 알고리즘을 모듈/서비스로 캡슐화해 플랫폼 간 재사용성·교체성을 극대화하고, SOSA는 GPU/FPGA 등 최신 가속기를 표준 슬롯과 고속 인터커넥트로 수용해 실시간 추론에 유리함을 확인하였다. VICTORY는 차량 내 공통 데이터버스를 통해 AI 기능의 저비용 삽입과 결과의 분산 공유를 지원한다. 또한 ONNX와 DDS는 각각 모델 이동성과 실시간 데이터 분배의 핵심 연결고리로 기능하며, NIST AI RMF 및 항공·무인체계 안전성 표준은 AI 모듈의 인증·검증 체계를 보완한다. 본 연구는 표준군 간 강·약점을 정리한 비교틀과 MOSA 기반 AI 통합 참조구조를 제안하고, 신속 기술 삽입, 벤더 종속 완화, 생애주기 비용 절감 측면의 시사점을 제시한다.

I. 서론

MOSA(Modular Open Systems Approach)는 국방 분야 시스템을 모듈화하고 표준화된 개방형 인터페이스를 채택함으로써 신속한 기술 삽입과 상호운용성을 달성하려는 전략이다[1]. 2019년 미 국방부 3군 합동 지침에서는 MOSA 적용을 의무화하며, 이를 구현하기 위한 공통 표준으로 OMS/UCI, SOSA, FACE, VICTORY 등이 명시되었다. 본 연구에서는 이러한 MOSA 핵심 표준군이 자율제어, 영상/신호분석, 임무계획, 다영역 지휘통제(C2) 등 AI 기술을 시스템에 통합하는 데 어떤 역할을 하는지 분석한다. 각 표준이 정의하는 구조와 인터페이스, 데이터 포맷이 AI 모듈 통합에 어떻게 활용될 수 있는지 살펴보고, AI 알고리즘/모듈이 해당 표준 내에서 어떤 방식으로 통합되어 모듈화/호환성/재사용성에 기여하는지 고찰한다. 아울러 미국 국방부 및 방산업계의 MOSA 기반 AI 통합 사례를 조사하고, ONNX, DDS, NIST AI RMF, SAE AS6518(UCS Architecture) 등의 외부 AI 표준이 MOSA와 연계되어 활용되는 방안을 논의한다.

II. 본론

FACE(Future Airborne Capability Environment)는 군용 항공전자 소프트웨어용 개방형 표준으로, 계층형 아키텍처와 UoC(Unit of Conformance) 구조를 통해 모듈 이식성과 재사용성을 보장한다 [2]. FACE는 데이터 중심 아키텍처와 공통 데이터 모델을 엄격히 정의하여, AI 모듈의 입출력도 표준화된 객체로 다룬다. 예컨대 표적 인식 AI는 탐지 결과를 FACE 데이터 모델로 표현해 항전장치 간 교환할 수 있다. 또한 TSS - DDS 기반으로 컴포넌트 간 퍼블리시/구독 통신이 가능해 AI 알고리즘을 독립 모듈로 안전하게 통합할 수 있다. 실제 미 해군은 FACE 모듈을 여러 기종에 재사용해 신규 기능을 빠르게 추가한 사례를 보고했

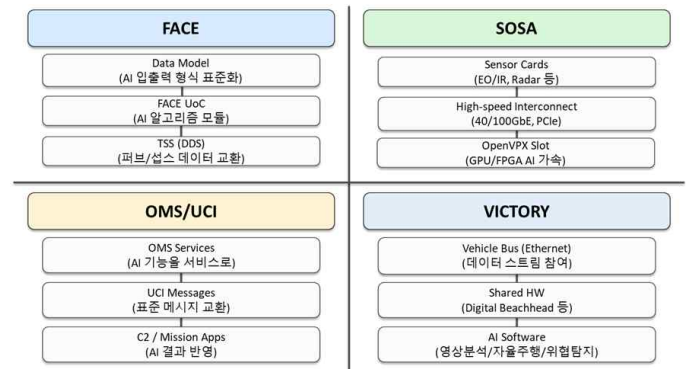


그림 1 MOSA 표준군에서의 AI 활용

으며, 이는 AI 기반 기능 역시 다기종 플랫폼 재사용이 가능함을 시사한다.

SOSA(Sensor Open Systems Architecture)는 C4ISR/전자전용 센서·처리 하드웨어 개방형 아키텍처로, OpenVPX 기반 모듈 규격과 공통 백플레인을 정의한다 [3]. 표준 슬롯에 GPU/FPGA 가속기 모듈을 삽입해 고해상도 영상·신호 AI를 실시간 처리할 수 있다. Curtiss-Wright 등은 SOSA 생태계에 Intel, AMD, NVIDIA 최신 칩셋을 탑재하고 40/100GbE 인터커넥트를 제공하여 인지처리(cognitive processing)까지 지원한다. 실제 현장에서는 SOSA를 활용해 기존 시스템에 신호 탐지/위치추적 AI 기능을 추가한 사례가 있으며, 핫스왑 가능한 모듈 구조로 부분 업그레이드가 용이하다. 이는 AI 알고리즘의 고속 병렬처리와 실시간 상황인식 기능을 빠르게 현장 적용하게 해준다.

OMS/UCI(Open Mission Systems/Universal Command and Control Interface)는 미 공군의 서비스 지향 임무체계 표준(OMS)과 공통 메시지·

데이터 모델(UCI)은 센서·무장·미션컴퓨터 간 데이터 교환을 표준화한다 [4]. AI 알고리즘은 서비스 단위로 통합되어 UCI 메시지를 주고받으며, 기존 시스템을 크게 수정하지 않고도 신규 기능을 삽입할 수 있다. 예를 들어 자동표적식별(ATR) AI는 OMS/UCI 구조에서 기존 센서 데이터를 받아 새로운 표적 트랙을 산출해 표준 메시지로 공유한 사례가 있다. 또 BMTN 훈련체계에서는 AI 튜터와 음성인식 모듈이 OMS/UCI 기반 API를 통해 무한 확장이 가능하도록 개발되었다. Lockheed Martin 역시 OMS/UCI를 활용해 자율비행 AI와 MUM-T 기능을 빠른 주기로 통합하고 있다.

VICTORY(Vehicular Integration for C4ISR/EW Interoperability)는 미 육군 주도로 개발된 전투차량 전차체계의 공통 네트워크·데이터버스 표준으로, LRU 간 상호운용성과 플러그 앤 플레이형 통합을 지원한다 [5]. 공용 컴퓨팅 자원 위에 소프트웨어만 추가해 AI 기능을 탑재할 수 있으며, 차량 내 데이터버스 구독/퍼블리시 구조를 통해 센서 데이터를 입력받고 분석 결과를 공유한다. 예를 들어 카메라 영상 기반 표적식별 AI는 VICTORY 메시지로 표적 정보를 전술 상황 디스플레이와 사격통제 시스템에 전달할 수 있다. 미 육군 차세대 차량 사업에서도 VICTORY·SOSA·CMOSS를 적용하여 자율주행·대전차 AI를 소프트웨어 업그레이드 방식으로 통합 가능하도록 요구하고 있다.

앞서 살펴본 각 표준(FACE, SOSA, OMS/UCI, VICTORY)은 서로 적용 대상 분야는 다르지만, ONNX는 AI 모델을 프레임워크 독립적으로 교환해 MOSA 시스템 간 벤더 종속 최소화와 모델 재사용을 지원한다. DDS는 FACE·UCS 등에서 공통 미들웨어로 활용되며, AI 모듈 간 실시간 퍼브/셉스 데이터 교환을 가능케 한다. NIST AI RMF는 MOSA에 탑재되는 AI 모듈의 신뢰성·안전성 검증 프레임워크를 제공하고, SAE AS6518(UCS)는 무인체계 제어 기능을 서비스화하여 AI 임무계획·자율 제어 알고리즘을 표준화된 방식으로 통합할 수 있게 한다 [6].

III. 결론

MOSA 핵심 표준(FACE, SOSA, OMS/UCI, VICTORY)은 각 군 종속별로 포커스는 상이하지만 모두 모듈화된 설계와 공개 표준 인터페이스를 기반으로 하여 AI 기술의 통합을 용이하게 한다는 공통점을 가진다. FACE와 OMS/UCI는 소프트웨어 계층과 데이터 모델의 표준화를 통해 AI 알고리즘을 하나의 모듈로 캡슐화하여 다양한 플랫폼에서 재사용하거나 교체할 수 있게 해주고, SOSA와 VICTORY는 하드웨어 및 네트워크 표 1 MOSA 표준별 AI 적용 상세 사례 비교

표준화를 통해 AI 연산 자원을 플러그인 방식으로 추가하거나 여러 장비와 데이터를 공유할 수 있도록 지원한다. 그 결과, AI 기술의 비약적인 발전에도 군사 시스템이 유연하게 대응하여 업그레이드 주기를 앞당길 수 있고, 벤더 종속 감소와 경쟁 촉진으로 비용 절감 및 혁신 가속 효과를 거둘 수 있다. 나아가 ONNX, DDS, NIST AI RMF 등 외부 표준과 프레임워크를 MOSA 체계에 접목함으로써, AI 모듈의 모델 포맷 호환, 데이터 연계성 향상, 신뢰성/안전성 검증을 뒷받침하여 MOSA의 가치를 극대화할 수 있다. 요컨대 MOSA와 AI의 결합은 최신 AI 혁신을 신속히 전격화하고 체계 수명 전반에 걸쳐 진화하는 위협에 대응하는 데 필수적인 접근으로 부상하고 있다. 모듈식 개방형 아키텍처 위에서 AI 기술을 통합하면, 국방 분야는 기술우위 유지와 업그레이드 민첩성 확보를 동시에 이룰 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2025년도 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2018R1A6A1A03024003, 33%), 이 논문은 과학기술정보통신부 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (IITP-2025 RS-2020-II201612, 33%), 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터사업의 연구결과로 수행되었음((IITP-2025 RS-2024-00438430, 34%).

참 고 문 헌

[1] U.S. Department of Defense, Modular Open Systems Approach (MOSA) Memo, Office of the Secretary of Defense, 2019.

[2] Open Group FACE Consortium, FACE Technical Standard, Edition 3.0, 2017.

[3] SOSA Consortium, SOSA Technical Standard, Release 1.0, The Open Group, 2021.

[4] U.S. Air Force, Open Mission Systems (OMS) / Universal Command and Control Interface (UCI) Overview, Version 3.0, 2020.

[5] U.S. Army PEO GCS, Vehicular Integration for C4ISR/EW (VICTORY) Architecture Reference Design, 2016.

[6] NIST, AI Risk Management Framework (AI RMF) 1.0, National Institute of Standards and Technology, 2023.

표준	적용 분야	AI 적용 사례	특징 및 효과
FACE	항공전자 SW	- AI 표적 인식 모듈을 FACE 컴포넌트로 탑재, 탐지 결과를 공통 데이터 모델로 교환 - 미 해군: FACE 호환 모듈을 여러 항공기에 재사용	- 데이터 중심 아키텍처, 입출력 형식 표준화 - DDS 기반 퍼브/셉스 데이터 교환 - 다기종 플랫폼 간 재사용성확보
SOSA	센서·임무 하드웨어	- OpenVPX 슬롯에 GPU/FPGA 모듈 추가, 영상/신호 AI 실시간 처리 - Curtiss-Wright: NVIDIA/AMD GPU 모듈+고속 인터커넥트로 인지처리지원- 배치 시스템에 신호탐지·위치추적 AI 기능 추가 사례	- 모듈 핫스왑 구조로 보드 교체 용이- 고속 병렬처리에 유리, 실시간 SA(Situational Awareness)지원 - 기존 플랫폼 성능 증강에 최적
OMS/UCI	임무체계 SW·C2	- 미 공군: UAV에 자동표적식별(ATR) AI를 OMS 서비스로 통합, 기존 센서 데이터 활용 - BMTN 훈련체계: AI 튜터·음성인식 기능을 OMS/UCI API 기반으로 확장	- AI를 서비스 단위로 통합- 표준 메시지/UCI로 데이터 송수신 - 기존 시스템 수정 최소화, 플러그인식 확장가능
VICTORY	전투차량 네트워크	- 차량 데이터버스에 영상기반 표적식별 AI연결, 탐지 결과를 전술 디스플레이·사격통제와 공유 - 차세대 전투차량(OMFV): 자율주행·대전차 AI를 SW 업그레이드로 탑재 가능	- 차량 내 공통 네트워크·메시지 포맷활용- 공용 HW 자원 위에 AI SW만 추가 - 저비용·저위험 기술 삽입가능, 지능화 업그레이드 가속